



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

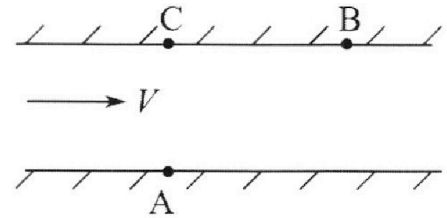
Вариант 09-02

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V – неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.



Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость V течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

- 3) На каком расстоянии S от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5,4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

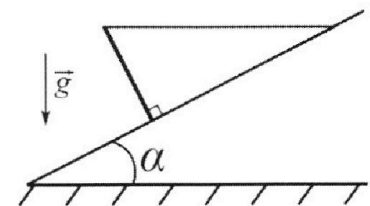
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



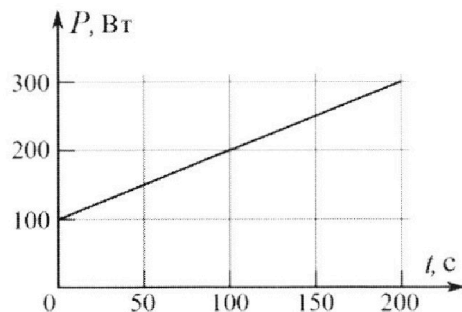
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-02

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 16$ °С. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).



1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Найдите температуру t_1 воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

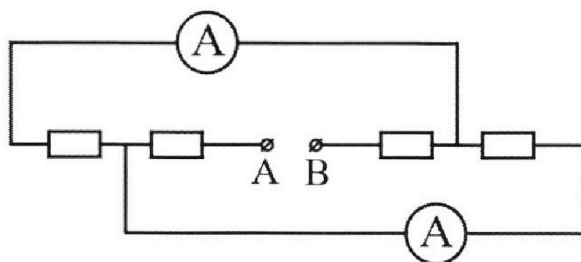
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С).

5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Большее показание $I_1 = 2$ А.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Какую мощность P развивают силы в источнике?



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№ 1.

Дано:

$$AC = d = 50 \text{ м.}$$

$$CB = L = 120 \text{ м.}$$

$$T_1 = 100 \text{ с.}$$

$$T_2 = 240 \text{ с.}$$

$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

$$V = ?$$

$$S = ?$$

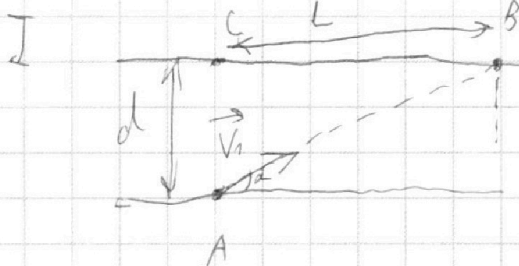
Решение:

Пусть u — собственная скорость плывца

(по условию она всегда отрицательна)

Пусть в первом случае скорость плывца направлена под углом α к горизонтальной (а не вертикальной, т.к. движение плывца) (в первом заплыве)

Во втором V_2 под углом β



т.к. движение плывца относительно вектора \vec{V}_1 лежит на прямой AB

по теореме Пифагора для $\triangle ABC$

$$\Rightarrow \Rightarrow \triangle ABC \quad AB = \sqrt{BC^2 + AC^2}$$

$$AB = \sqrt{2500 + 14400} \text{ м} = 130 \text{ м.}$$

$$V_1 \cdot T_1 = AB$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{AB}{T_1}$$

$$V_1 = \frac{130 \text{ м}}{100 \text{ с}} = 1,3 \text{ м/с.}$$

Теперь посчитаем V_2 второй заплыв;

Продолжение на следующей странице



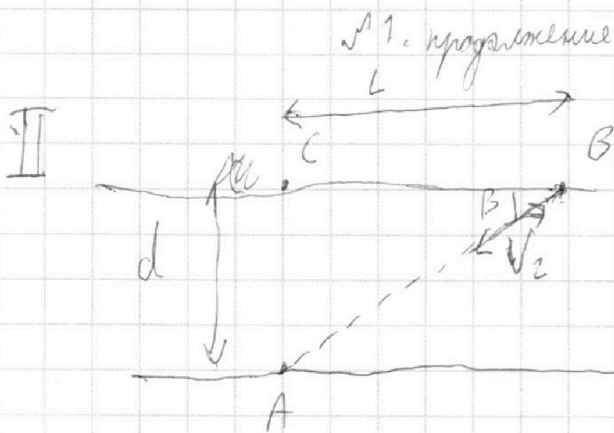
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$U_{\text{зад}} = 240 \text{ В}$
 $U_{\text{нз}} = 130 \text{ В}$
 $\cos \alpha = 0.8$
 $\cos \beta = 0.7$

V_2 лежит на AB по аналогии
 при том же посылке V_1 лежит на AB

$$AB = V_2 \cdot T \Rightarrow V_2 = \frac{AB}{T} \quad V_2 = \frac{130 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{13}{24} \text{ м/с}$$

Найдем вертикальную составляющую

Пусть у пловца собственная скорость и направление под углом α к горизонту в первом заплыве и углом β во втором заплыве

$$d = T_1 \cdot v \sin \alpha = T_2 \cdot v \sin \beta$$

время заплыва время заплыва

Продвижение на другой стороне

$$L = T_1 (v \cos \alpha + V) = T_2 (v \cos \beta + V)$$

Найдем $\cos \alpha$ и $\cos \beta$; $\cos \alpha = \frac{L}{AB} = \frac{12}{13}$; $\cos \beta = \frac{L}{AB} = \frac{12}{13} = \cos \alpha$

В первом заплыве $L = T_1 \cdot (V + v \cos \alpha)$ $L = V_1 \cos \alpha$

~~$T_1 = \frac{L}{V + v \cos \alpha}$~~

~~$V_1 = v \sin \alpha = \frac{5}{13} \cdot \frac{13}{10} = \frac{1}{2} \text{ м/с}$~~

В втором заплыве $L = T_2 \cdot V_2 \cos \beta$

~~$100 \cdot V = 100 v \sin \alpha = 70$~~

~~$240 \text{ В} + 240 v_2 = 70$~~

~~$v_2 = \frac{5}{24}$~~

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1. продолжение:

Пусть v_{x1} - скорость плавка по горизонтали в первом записе, v_{x2} - во втором

В первом v_{x1} сонаправлено с V тогда $T_1(v_{x1} + V) = L = 120 = 100v_{x1} + 100V$

Во втором записе она противоположна т.е. v_{x2} и V не просто разные знаки;

$$T_2(v_{x2} - V) = L = 120 = 100v_{x2} - 100V$$

Вычтем из которой выразим v_{x1} и получим: $0 = -340V + 100v_{x2} - 100v_{x1}$
 $340V = 100(2,4v_{x2} - v_{x1})$
 если v_{x2} в том же направлении

$$v_{x1} = 2,4v_{x2} - 240V = 100V - 100v_{x2} \Rightarrow 2,4v_{x2} = 100(v_{x2} - 2,4v_{x2})$$

v_{y1} - скорость по вертикали в первом записе; v_{y2} - во втором

$$v_{y1} = \frac{d}{T_1} = \frac{50 \text{ м}}{100 \text{ с}} = \frac{1}{2} \text{ м/с} = 0,5 \text{ м/с} \quad v_{y2} = \frac{50 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{5}{24} \text{ м/с}$$

v_{x1}' - скорость при записе по гор β там запис; v_{x2}' - во втором

$$v_{x2}' = V_1 \cdot \cos \alpha = 13 \text{ м/с} \cdot \frac{12}{13} = 12 \text{ м/с} = \frac{12}{10} \text{ м/с} = \frac{6}{5} \text{ м/с}$$

$$\cos \alpha = \cos \beta = \frac{12}{13} \quad v_{x1}' = V_2 \cos \alpha = \frac{13}{24} \text{ м/с} \cdot \frac{12}{13} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$(v_{x1}' - V)^2 + v_{y1}^2 = (v_{x2}' + V)^2 + v_{y2}^2 = u^2 \quad \left(\frac{u^2}{v_a^2} \Rightarrow u^2 = v_{y1}^2 + v_{x1}^2 \right)$$

$$\frac{1}{4} - V + V^2 + \frac{1}{4} = \frac{36}{25} - \frac{12}{5}V + V^2 + \frac{1}{4} = \frac{1}{4} + V + V^2 + \frac{25}{242}$$

$$\frac{12+5}{5}V = \frac{36}{25} - \frac{25}{242} \quad \text{если в том же направлении с } v_{x1}$$

~~м.е. $\Delta > 0$ и~~

GR по записе в первом записе v_{x1} противоположна $V \Rightarrow$ когда плавает

здесь
 Программист на странице м.е.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



ИТТ продолжения
если V и v_{x1} v_{x2} в том же

Алекс $(v_{x1} + V)^2 + v_{y1}^2 = (v_{x2} + V)^2 + v_{y2}^2$

$$\frac{36}{25} + \frac{72}{5}V = V + \frac{25}{24^2}$$

$$\frac{12-5}{5}V = \frac{25}{24^2} - \frac{36}{25} \quad \left. \vphantom{\frac{12-5}{5}V} \right\} < 0$$

\Rightarrow масса не может быть

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ 24 \\ + 96 \\ \hline 576 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 576 \\ 36 \\ + 3456 \\ \hline 1728 \end{array} \quad \begin{array}{r} 20436 \end{array}$$

$$\frac{14}{5}V = \frac{36 \cdot 24^2 - 25^2}{25 \cdot 24^2}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 25 \\ + 125 \\ + 50 \\ \hline 20125 \end{array} \quad \begin{array}{r} 20736 \\ - 25 \\ \hline 20711 \end{array}$$

$$V = \frac{36 \cdot 24^2 - 25^2}{14 \cdot 5 \cdot 24^2} \text{ м/с}$$

$$25^2 < 24^2 \cdot 36 \Rightarrow V \approx \frac{24 \cdot 36 \cdot 24^2}{14 \cdot 5 \cdot 24^2} \text{ м/с}$$

$$V \approx \frac{36}{14 \cdot 5} \text{ м/с} = \frac{36}{75} \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 20111 \\ - 12 \\ \hline 31 \\ - 14 \\ \hline 141 \\ - 136 \\ \hline 5 \end{array}$$

Получим u масса $u^2 = \frac{1}{4} + V + V^2 + \frac{25}{24^2} = \frac{1}{16} + \frac{36}{25} + \frac{11}{45} + \frac{25}{24^2}$

$\Rightarrow u = \sqrt{V^2 + K}$ где K - какое-то целое число

$\Rightarrow u \rightarrow V$ (т.е. $\sqrt{V^2 + K} \approx \sqrt{V^2}$)
 \Rightarrow масса может быть такой, чтобы масс был

или т.е. $v_2 = V$

$\Rightarrow \zeta = 0$

Продолжение на другой



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Ответ: $V_1 = 1,3 \text{ м/с.}; V_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с.}; V_3 = \frac{36}{45} \text{ м/с.}; S = 0$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№2 продолжение

Дополним (2) как (1) и получим:

$$\frac{M}{M-h} = 4 \quad M = 4M - 4h \quad 3M = 4h \quad M = \frac{4}{3}h$$

$$M = \frac{4}{3} \cdot 5,4 \text{ м} \quad M = 7,2 \text{ м}$$

$$\frac{54 \cdot 4}{70 \cdot 3} = \frac{94 \cdot 4 \cdot 18}{10} =$$

$$= \frac{40 + 32}{10} = 7,2$$

Теперь найдем T_0 , зная M

$$\frac{T_0^2 g}{8} = M \Rightarrow T_0^2 g = 8M \Rightarrow T_0^2 = \frac{8M}{g} \Rightarrow T_0 = \sqrt{\frac{8M}{g}}$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{8 \cdot 7,2}{100}} \text{ с.} \quad \text{Вот}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 42 \\ \hline 48 \\ 840 \\ \hline 1008 \end{array}$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{24}{10^2}} \text{ с.} \quad T_0 = 2,4 \text{ с.}$$

t_1 - время через которое мая после соударения со стержней упадет на навал

$$t_1 + t_3 = \frac{1}{2} T_0 \quad (\text{время движения мая к высоте } H)$$

$$t_3 = \frac{1}{4} T_0$$

$$t_1 = \frac{1}{2} T_0 - t_3 = \frac{1}{2} T_0 - \frac{1}{4} T_0 = \frac{1}{4} T_0$$

$$t_1 = \frac{1}{4} \cdot 2,4 \text{ с.} \quad t_1 = 0,6 \text{ с.}$$

Теперь будем искать U

Продолжение на другой странице

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 2 продолжение

Перейдем в С.О. в которой стена неподвижна. Тогда на стену летит мяч с горизонтальной скоростью $v^1 = v_x + U$

После упругого удара мяч отскочит от стены назад по направлению со скоростью $v^2 = v_x + U$ теперь перейдем обратно в С.О. Земли v_{x0} - новая скорость мяча по горизонтальной составляющей

мяча после абс. упр. удара со стеной

$$v_{x0} = U + v^2 - (-U) = v^2 + U = v_x + U + U = v_x + 2U$$

Так как вертикальная составляющая скорости мяча не меняется то время падения после удара со стеной не изменится и останется равным t_1

Теперь возможно два случая в зависимости от того, предполагается что мяч соударился с мячом в той же точке или всё-таки соударился на H , мяч в фундаменте считать, что в той же точке, т.е. соударение всё-таки в мячелит)

Так как вертикальная составляющая скорости не меняется то время падения после удара со стеной не изменится и останется равным t_1

$$d = t_1 \cdot v_{x0} - t_1 v_x = t_1 (v_x + 2U - v_x) = 2Ut_1$$

$$U = \frac{d}{2t_1}$$

$$U = \frac{1,8}{2 \cdot 0,6} \text{ м/с} = 1,5 \text{ м/с}$$

$$\frac{1,8}{2 \cdot 0,6} = \frac{3}{2}$$

Продолжение на другой странице

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№ 2

Дано:

$$h = 5,4 \text{ м.}$$

$$l_1 = 3l_2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$d = 1,8 \text{ м.}$$

$H = ?$

$t_1 = ?$

$v = ?$

Решение:

l_1 - расстояние от точки старта до стены

l_2 - расстояние от стены до точки падения мяча на площадку.

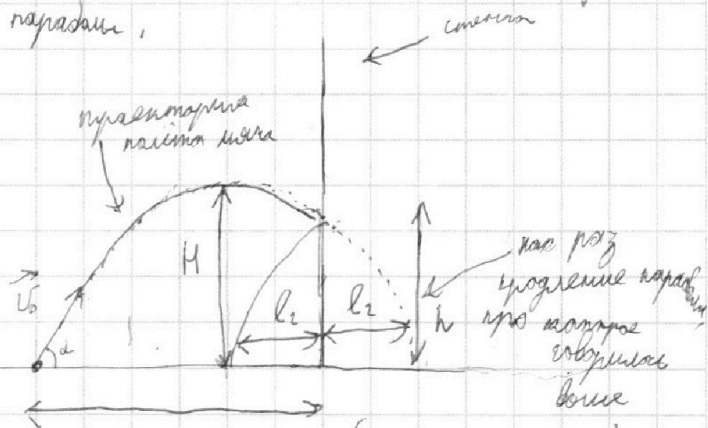
При абсолютно упругом ударе скорости по вертикали (верт. сост. скорости) остаются такой же как и до удара (и по направлению и по величине), а v горизонтальная составляющая ^{сохраняется} остается такой же по величине, но меняет направление.

\Rightarrow Мы можем считать для упрощения вычисления, что мяч продолжает движение по траектории параболы.

Исходно:

v_0 - начальная скорость мяча

d - угол под которым от ~~горизонтальной~~ линии



Пусть T_0 - время всего полета

$l_1 = 3l_2$ * (удар со стеной, пренебрежь после удара H , т. е. $l_1 \neq l_2$)

Максимальная высота подъема будет когда v_y (для верт. составляющей скорости) $= 0$
и это будет через $\frac{1}{2} T_0$ ($H = \frac{g t_1^2}{2}$ $\frac{t_2^2}{2} g = H \Rightarrow t_1^2 = t_2^2$ $t_1 + t_2 = 2t_1 = T_0 \Rightarrow t_1 = t_2 = \frac{1}{2} T_0$)
 t_1 - время подъема; t_2 - время падения

Пусть v_x - это горизонтальная составляющая скорости (она постоянна)

\Rightarrow время прохождения на этой странице

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

ср. программа

$$v_x \cdot T_0 = 4l_2 \quad (4l_2 - \text{общий путь, который пролетел мяч за } T_0 (l_2 + 3l_2 = 4l_2))$$

$$\Rightarrow \frac{l_2}{v_x} = \frac{1}{4} T_0 \quad (*)$$

Найдем t_3 - время движения мяча от наибольшей высоты H до удара со стеной на высоте h

$$\text{За время } t_3 \text{ мяч пролетит путь } l_1 = 4l_2 - 2l_2 - l_2 \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{путь после} \\ \text{удара о стену} \end{array}$$

\uparrow общий путь \uparrow путь до удара на H

$$l_1 = l_2$$

$$t_3 \cdot v_x = l_2$$

$$t_3 = \frac{l_2}{v_x} \quad \text{из } (*) \Rightarrow t_3 = \frac{1}{4} T_0$$

В наиб. высоте позиция M скорости мяча $v_y = 0 \Rightarrow$ время t_3 он движется без начальной скорости под действием ускорения g

Δh - на сколько он опустится за время t_3

$$\Delta h = M - h \quad ; \quad \Delta h = \frac{g t_3^2}{2} \quad \cdot M - h = \frac{g t_3^2}{2} \quad \text{подставим } t_3: M - h = \frac{g \cdot \left(\frac{1}{4} T_0\right)^2}{2}$$

Также знаем, что $M = \frac{g \cdot \left(\frac{1}{2} T_0\right)^2}{2}$ (мяч от пола будет без начальной скорости под ускорением g и как разес нашим ударом через $t_2 = \frac{1}{2} T_0$)

$$\left\{ \begin{array}{l} M - h = \frac{g T_0^2}{32} \quad (1) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M = \frac{g T_0^2}{8} \quad (2) \end{array} \right.$$

Программа на другой странице

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№2 продолжение

Ответ: $M = 4,2 \text{ м.};$ $t_1 = 0,6 \text{ секунды};$ $U = 1,5 \text{ м/с.}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано:

$T = 17,3 \text{ Н}$

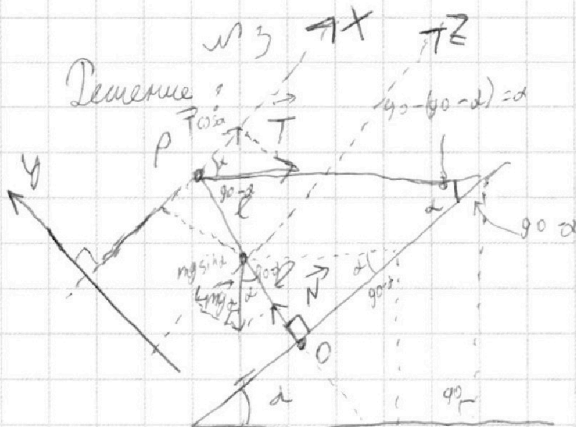
$g = 10 \text{ м/с}^2$

$d = 30^\circ$

$m = ?$

$F_{\text{тр}} = ?$

$\mu = ?$



ось X \perp склону
ось Z \perp склону
ось Y \perp оси X

$$\begin{array}{r} \times 17,3 \\ 3,5 \\ \hline 579 \\ \hline 60,55 \end{array}$$

Пути ℓ - половина длины склону

На рисунке показаны все упр., чтобы можно было сразу

проектировать силы на ось

Примем начало координат в точке (0,0), взяв проекции сил на ось X и ось Z

(м.к. они будут действовать на склоне и если они на равновесии (проекции), то они будут сбалансированы (0,0))

$$\begin{array}{r} \times 17,3 \\ 2 \\ \hline 34,6 \end{array}$$

$T \cdot \cos \alpha \cdot 2\ell = mg \sin \alpha \cdot \ell$

$\Rightarrow m = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} ; m = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 \cdot \frac{1}{2}} \quad m = 2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3} \text{ кг}$

$17,3^2 = 2,9939 \approx \sqrt{3} \Rightarrow 17,3 \approx \sqrt{3} \Rightarrow m \approx 2 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 6 \text{ кг}$

Пути N - сила реакции опоры со стороны поверхности на

склоне

ось Y: $N = T \sin \alpha + mg \cos \alpha$ (или следует из $\sum F_x = 0$ и $\sum F_y = 0$)

$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu T \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = \mu (T \sin \alpha + mg \cos \alpha) =$

$= \mu \cdot (17,3 \cdot \frac{1}{2} + 10 \cdot 2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}) = \mu \cdot (\frac{1}{2} \cdot 17,3 + 17,3 \cdot 3) = \mu \cdot 3,5 \cdot 17,3$

$$\begin{array}{r} \times 17,3 \\ 3,5 \\ \hline 579 \\ \hline 60,55 \end{array}$$

Прогнозируются на другой странице (= 60,55 μ)

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№3 продолжение

Затем правильно наметать стм (·) P (условие что стержень не прокатывается)

$$F_{тр} \cdot 2l \geq mg \sin \alpha \cdot l$$

($\mu \geq \frac{1}{2}$, т.к. час устанавливает тогда шва средняя больше чем радиус для =, т.к. она возмещает только при "покате" стержня прокатываться не)

$$\mu N \cdot 2 \geq mg \sin \alpha$$

$$\mu \geq \frac{mg \sin \alpha}{2N}$$

$$\mu \geq \frac{2 \cdot 9,8 \cdot \sqrt{3} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 3,5 \cdot 19,3}$$

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{14 \cdot 19,3}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{14 \cdot 19,3} \approx \frac{1}{10 \cdot 14}$$

Ответ: $m = 3,46 \cdot \sqrt{3} \text{ кг} (\approx 6 \text{ кг})$; $F_{тр} = \mu \cdot 60,55 \text{ Н}$, где

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{14} ; \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{14}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$V = 1 \text{ м}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T_0 = 16^\circ \text{C}$$

$$R = 25 \text{ Ом}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$P(t)$$

$$T = 180 \text{ с}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$C = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ \text{C}$$

$$P_{\text{н}} = ?$$

$$T_{\text{н}} = ?$$

реш.

Решение:

$$P_{\text{н}} = \frac{U^2}{R}; P_{\text{н}} = \frac{10000}{25} \text{ Вт}$$

$$P_{\text{н}} = 400 \text{ Вт}$$

Найдем m -массу воды

$$m = \rho V; m = 1000 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 1 \text{ кг}$$

Посчитаем сколько тепла потребовалось за время T .

Пусть это Q_0 . Эта величина численно равна

площади под графиком за время T . $\left(\begin{array}{l} \text{м.к. график } P(t) \\ S_{\text{под кр}} = \text{Вт} \cdot \text{с} = \text{Дж} \end{array} \right)$

Так как зависимость P (мощности электроплиты) от t графически имеет вид прямой (в том же как зависит $P(t)$)

$$\text{Возьмем } P(t) = K \cdot t + b$$

$$\text{Возьмем точку } t=0 \text{ с. } P=100 = K \cdot 0 + b \Rightarrow b = 100 \text{ Вт}$$

$$\text{Возьмем вторую точку } t=100 \text{ с. } P=200 \text{ Вт} = K \cdot 100 + 100 \Rightarrow K = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$$

Посчитаем чему равна Q_0 (мощность в момент времени T):

$$P^1 = 180 \cdot K + b \text{ и } P^1 = (180 + 100) \text{ Вт} = 280 \text{ Вт}$$

$$Q_0 = S_{\text{под графиком}} = \frac{180 \cdot (280 - 100)}{2} + 100 \cdot 180 \quad \text{Дж} = 180 \cdot 190 \text{ Дж}$$

$S_{\text{под графиком}}$

$S_{\text{прямоугольника}}$

Продолжение на другой странице

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



м ч проходимые

$$Q_0 = 34200 \text{ Аж}$$

Или же, т.к. зависимость линейная можно по формуле посчитать P_{cp} и $Q_0 = P_{cp} \cdot T$, тогда сразу выйдет такой же результат

$$P_{cp} = \frac{P(0) + P(120)}{2} = \frac{100 + 280}{2} = 190 \text{ Вт}$$

$$Q_0 = P_{cp} \cdot T = 190 \cdot 180 \text{ Аж} = 34200 \text{ Аж}$$

Составим УТБ:

$$m \cdot C \cdot (\tilde{T}_1 - \tilde{T}_0) = P_H \cdot T - Q_0$$

или до начала года включено

или в течение года включено

$$C m \tilde{T}_1 = P_H T - Q_0 + C m \tilde{T}_0$$

$$\tilde{T}_1 = \frac{P_H T - Q_0 + C m \tilde{T}_0}{C m} = \frac{P_H T - Q_0}{C m} + \tilde{T}_0$$

$$P_H T - Q_0 = P_H T - P_{cp} T = T(P_H - P_{cp})$$

$$P_H T = 180 \cdot 400 \text{ Вт} =$$

$$\tilde{T}_1 = \frac{180 \cdot (400 - 190) + 4200 \cdot 1 \cdot 16}{4200 \cdot 1} = 16 + \frac{180 \cdot 210}{4200} \text{ } ^\circ\text{C} =$$

$$= \frac{21 \cdot 18}{42} + 16 \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{18}{2} + 16 \text{ } ^\circ\text{C} = 9 + 16 \text{ } ^\circ\text{C} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ответ: $P_H = 400 \text{ Вт}$; $\tilde{T}_1 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\begin{array}{r} \times 190 \\ \times 180 \\ + 15200 \\ 19 \\ \hline 34200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 180 \\ \times 190 \\ + 74100 \\ 19 \\ \hline 36100 \\ - 36100 \\ \hline 0 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

по 5-му выражению

$$P = I_0^2 R_{22} + I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_0^2 R_{22} =$$

$$= I_0^2 (R_{22} + R_{22}) + I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$$

||
90 Ом
по 5-му
выражению

$$P = 3^2 \cdot 90 + 2^2 \cdot 30 + 1^2 \cdot 60 \quad \text{Вт} = 9 \cdot 90 + 60 \cdot 2 + 60 =$$
$$= 60 \cdot 3 + 90 \cdot 9 \quad \text{Вт} = 180 + 810 \quad \text{Вт} = 990 \text{ Вт}$$

Ответ: $I_2 = 1 \text{ А}$; $P = 990 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5.

Дано:

$$R_1 = 30 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 60 \text{ Ом}$$

$$I_1 = 2 \text{ А}$$

$I_2 = ?$

$P = ?$

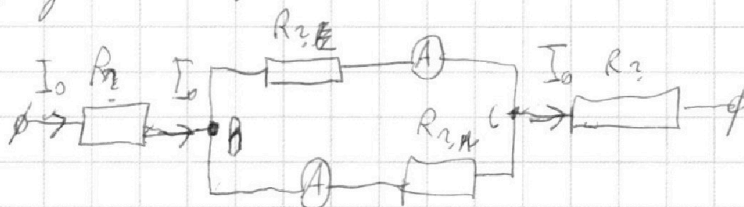
Решение:

R_1 - сопротивление двух резисторов по 30 Ом

R_2 - сопротивление двух резисторов по 60 Ом

Схематически эквивалентную схему:

R_3 - значение неизвестно, так как значение резистора;



I_0 - общий ток во всем

Заметим, что ветви соединены параллельно в точках B и C

$$\Rightarrow U_1 = U_2$$

напряжения на ветви A-B

напряжения на ветви B-C

указано на рисунке

Пусть ветвь A-B с амперметром с наибольшим показанием т.е. по ней течет ток I_1 (без разницы, по ветви или ветви на протяжении течения I_1 , т.к. пока резисторы не отключены они все соединены)

Пусть в ветви цепи $R_3 = R_6$

$$R_3 = R_4$$

$$U_1 = U_2$$

$$U_1 = I_1 R_6$$

$$U_2 = I_2 R_4$$

$$I_1 R_6 = I_2 R_4$$

$$\frac{R_4}{R_6} = \frac{I_1}{I_2}, \text{ так как } I_1 > I_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} > 1 \Rightarrow$$

Продолжение на другой странице

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

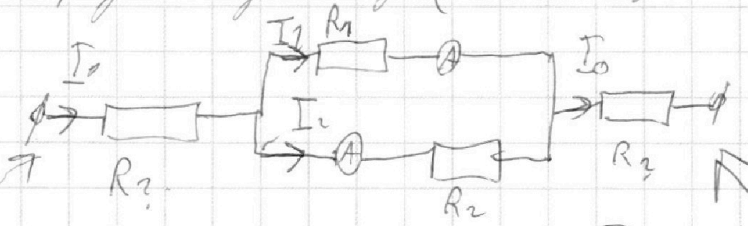
№ 5 продолжение

$$\Rightarrow \frac{R_H}{R_B} > 1 \Rightarrow R_H > R_B \Rightarrow R_H = 60 \text{ Ом}$$
$$R_B = 30 \text{ Ом.}$$

(т.е. для ветви, где больший ток стоит резистор с меньшим сопротивлением, для другой ветви где меньше I_2 с меньшим сопр.)

↑ (важно что мы брали за низ, а что за верх)

уд. нагрузим полярности (эквивалентно по знаку R_1 и R_2)



$$U_1 = I_1 R_1 = U_2 = I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_2}$$

$$I_1 = \frac{2 \text{ А} \cdot 30 \text{ Ом}}{60 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$$

$$I_0 = I_1 + I_2 ; I_0 = 1 \text{ А} + 2 \text{ А} = 3 \text{ А}$$

Пусть первый резистор $R_1 = R_{1,1}$ Второй $R_2 = R_{2,2}$

т.к. у нас осталась только один рез. 60 Ом и один 30 Ом мы

знаем, что $R_{1,1} + R_{2,2} = 60 \text{ Ом} + 30 \text{ Ом} = 90 \text{ Ом}$

Рассчитаем теперь P

Продолжение на другой странице

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано:
 $T = 17,3 \text{ Н}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\alpha = 30^\circ$
 $m = ?$
 $F_{\text{нр}} = ?$
 $\mu = ?$

Решение

Находим угол на рисунке
 Распишем правильно векторы от точки O (стрелки не вращаются)

$$\Rightarrow m g \sin \alpha \cdot OP = T \cdot \cos \alpha \cdot OP$$

Проекция mg на ось x Проекция T на ось x

$$\Rightarrow m = \frac{T \cdot \cos \alpha}{g \sin \alpha}; \quad m = \frac{17,3 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{2}} = 1,73 \cdot \sqrt{3} \text{ кг}$$

$1,73^2 = 2,9929 \approx 3 \Rightarrow 1,73 \approx \sqrt{3} \Rightarrow m \approx \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \text{ кг} = 3 \text{ кг}$

После стрелки не вращаем
 Показка силы по оси y сбалансированы $\Rightarrow T \sin \alpha + mg \cos \alpha = N$

Handwritten calculations on the right side of the page:
 $1,73^2 = 2,9929$
 ≈ 3
 $\Rightarrow 1,73 \approx \sqrt{3}$
 $\Rightarrow m \approx \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$